

Partial Translation of Citations

Citation 2 (JP No. 5-41861)

Title of the Invention: Motion Picture Encoding System

[0090] Referring to Fig. 22, a constitution of a motion picture decoding apparatus which is provided correspondingly to the motion picture encoding apparatus illustrated in Fig. 17 will be explained. A signal read out from the storage system is provided at an input terminal 800, and temporarily registered in a buffer 801. The signal from the buffer 801 is then provided to a demultiplexer/variable length decoding circuit 802, where information such as PCT factor data, a motion vector and a step size added to a signal at a multiplexer 714 in Fig. 17, are separated from the inputted signal and the remaining signal is decoded.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-41861

(43) 公開日 平成5年(1993)2月19日

(51) Int.Cl.⁵

H 0 4 N 7/137

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

Z 4228-5C

審査請求 未請求 請求項の数4(全 26 頁)

(21) 出願番号 特願平3-298316

(22) 出願日 平成3年(1991)10月17日

(31) 優先権主張番号 特願平3-130012

(32) 優先日 平3(1991)5月31日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 上谷 義治

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内

(72) 発明者 尾高 敏則

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内

(72) 発明者 増田 忠昭

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

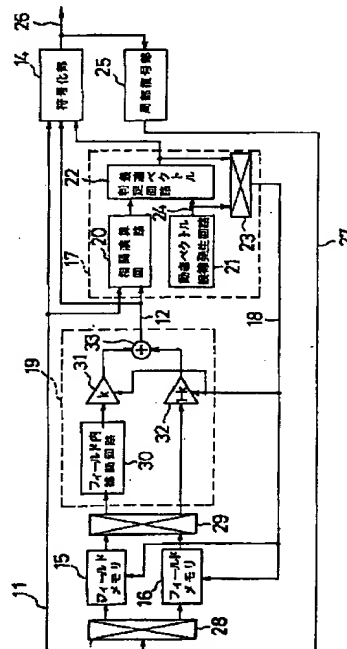
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動画像符号化装置

(57) 【要約】

【目的】 参照画像に対する動き検出を行わず、少ない演算量で精度の良いインターレース画像に対する動き補償予測を行って符号化を行うことができる動画像符号化装置を提供することを目的とする。

【構成】 符号化済み画像および該符号化済み画像を用いて生成される画像の中から参照画像を指定するための複数の動きベクトル候補を選択的に発生する動きベクトル候補発生回路21と、複数画面の符号化済み画像の画素値を用いて動きベクトル候補に応じた生成方法によりそれらの画像間または画面内画素間の画素間の補間値を発生する補間値発生回路19と、動きベクトル候補で指定される参照画像と符号化対象画像との相関が最大となる最適動きベクトルを動きベクトル候補から探索して出力する動きベクトル探索回路17と、符号化対象画像を最適動きベクトルを用いて符号化する符号化部14とを有する動画像符号化装置。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】符号化済み画像および該符号化済み画像を用いて生成される画像の中から参照画像を指定するための複数の動きベクトル候補を選択的に発生する動きベクトル候補発生手段と、

複数画面の符号化済み画像の画素値を用いて、前記動きベクトル候補に応じた生成方法によりそれらの画像間または画面内画素間の画素間の補間値を発生する補間値発生手段と、

前記動きベクトル候補で指定される参照画像と符号化対象画像との相関が最大となる最適動きベクトルを前記動きベクトル候補から探索して出力する動きベクトル探索手段と、

前記符号化対象画像を前記最適動きベクトルを用いて符号化する手段とを具備することを特徴とする動画像符号化装置。

【請求項2】符号化対象画像に時間的に近い第1の符号化済み画像を動き補償の参照画像として、該参照画像の所定の範囲について符号化対象画像またはその部分画像との相関が最大となる参照画像またはその部分画像を指定する動きベクトルを探索する第1の動きベクトル探索手段と、

前記符号化対象画像に前記第1の符号化済み画像よりも時間的に遠い第2の符号化済み画像を動き補償の参照画像として、前記第1の動きベクトル探索手段よりも狭い範囲または面積にわたり動きベクトルを探索する第2の動きベクトル探索手段と、

これら第1および第2の動きベクトル探索手段により探索された動きベクトルの中から、符号化対象画像またはその部分画像との相関が最大となる参照画像またはその部分画像を指定する最適動きベクトルを選択し、この最適動きベクトルとその最適動きベクトルで指定される画像または部分画像と符号化対象画像またはその部分画像との差分を符号化する手段とを具備することを特徴とする動画像符号化装置。

【請求項3】フィールド単位で入力される入力画像間の動きベクトルを検出する第1の動きベクトル検出手段と、

この第1の動きベクトル検出手段により検出された動きベクトルで指定される領域の参照画像に時空間フィルタ処理を施して入力画像についての複数の予測信号候補を生成する予測信号候補生成手段と、

この手段により生成された複数の予測信号候補を比較して予測信号を決定する予測信号決定手段と、

前記予測信号候補と前記第1の動きベクトル検出手段により検出された動きベクトルから最適動きベクトルを検出する第2の動きベクトル検出手段と、

この手段により検出された最適動きベクトルに関する情報と前記予測信号の予測誤差を符号化する符号化手段とを具備することを特徴とする動画像符号化装置。

2

【請求項4】前記予測信号候補生成手段は、予測に用いる過去の1フィールドの複数画素に空間フィルタ処理を施した出力と、この空間フィルタ処理を施した出力の1画素以下の精度の位置に補間した補間画素と予測に用いる過去の他のフィールドの画素との間で時間フィルタを施した出力を前記複数の予測信号候補として生成し、前記符号化手段は空間フィルタ処理が施されるフィールドに対する動きベクトルは1画素以下の精度で符号化し、それ以外のフィールドに対する動きベクトルは該1画素以下の精度で符号化する動きベクトルを当該フィールドにおける動きベクトルに換算したものと当該フィールドにおける動きベクトルとの差分として符号化することを特徴とする請求項3記載の動画像符号化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、画像通信、伝送、蓄積および放送等において、ビデオ信号などの動画像信号を符号化するための動画像符号化装置に係り、特に動き補償予測符号化を用いた動画像符号化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】TV電話、TV会議、光ディスク装置、VTRおよびCATV等の装置では、動画像信号を符号化する技術が必要となる。このような動画像の符号化方式として、符号化しようとする画像（以下、符号化対象画像という）の画素値を動きベクトルで指定される既に符号化されている参照画像の画素値を用いて予測し、その予測誤差と動きベクトルを符号化する、いわゆる動き補償予測符号化が知られている。

【0003】この動き補償予測符号化を通常のテレビジョンビデオ信号のようなインターレース画像（フィールド画像）に適用する場合、フィールド内1/2ライン精度以上の動き精度（フレーム内1ライン精度以上の動き精度）に対しては、参照画像中に対応する画素値が存在しないために対応出来ないという問題がある。

【0004】そこで、参照画像上で対応する画素が存在しない画素の画素値を隣接する2フィールドの画像を用いて補間して動き補償を行う方法が提案されている（例えば1990年画像符号化シンポジウム（PCSJ90）、8-1、「適応ライン補間フィールド間動き補償方式の検討」）。この動き補償方式では、符号化対象画像信号は参照画像信号および最適動きベクトルを用いて符号化される。参照画像信号は、過去2フィールドの符号化済み画像信号のうち、動きベクトル探索回路で得られる動きベクトルによって指定される位置の信号から補間によって作成される。具体的には3つのフィールドメモリを用意し、第1のフィールドメモリの出力からフィールド内補間によって作成される信号と、第2のフィールドメモリの出力とを混合比 $k_m : 1 - k_m$ で混合することにより参照画像信号が作成される。 k_m は第1のフィールドメモリと第3のフィールドメモリの出力を基

3

に、動き検出回路によって検出される動き量によって変化する。

【0005】図2は、この従来技術による各画像信号の関係を示すための図である。3つのフィールドメモリに蓄積された画像信号41、42、43および符号化対象画像信号44の関係は図に示す通りであり、動きベクトルの垂直方向成分がフィールド内 $n+1/2$ ライン(n は整数)の場合、画像信号41内の対応する画素値をそのまま参照画像信号として出力する。例えば $n=0$ の場合、符号化対象画像信号44の画素値45に対する参照画像信号の画素値は46となる。動きベクトルの垂直方向成分がフィールド内 n ラインの場合には、画像信号42、43の補間値 Δ に隣接する信号 \bigcirc を用いて補間値 Δ を作成する。即ち、例えば符号化対象画像信号44内の画素値45に対する参照画像信号となる補間値49は、フィールド内補間によって作成される、画素値46と画素値47の平均値が k_m 倍された値と、画素値48が $(1-k_m)$ 倍された値との加算値となる。このとき、動き検出回路において動きが大と判定された場合には、補間値 Δ をそれと同一フィールドの画像信号内の、補間値 Δ に隣接する信号を主に用いて補間することが適切であるから k_m を大とし、動きが小と判定された場合には、補間値 Δ をそれに隣接するフィールドの画像信号内の、補間値 Δ に隣接する信号を主に用いて補間することが適切であるから k_m を小とする。

【0006】このように、隣接する2フィールドの画像信号を用いて動き量に適應させて補間値を作成することにより、フィールド画像においてもフィールド内 $1/2$ ライン精度以上の動き精度(フレーム内1ライン精度以上の動き精度)に対して適切な参照画像信号を発生することができるようになり、精度の良い動き補償予測が可能となる。

【0007】しかしながら、この方式では上述のように参照画像における動きの検出が必要であり、そのための動き検出回路が必要となる。また、動き検出を可能とするために、隣接する3フィールドが既に符号化済みでなければならない。従って、隣接する3フィールドが既に符号化されていない場合には、動き検出ができないという問題が生じる。

【0008】図3に、隣接する3フィールドが既に符号化されていない場合の一例を示す。この例においては、VTRでの特殊再生(ランダムアクセス、早送り再生、逆転再生等)の必要な蓄積系への適應を考慮して、複数フィールド毎(図においては6フィールド毎)に隣接する2フィールド(図の例ではフィールド1、2、7、8)を予め符号化し、残りの4フィールド(図の例では3~6)を予め符号化した近傍の2フィールドを参照画像として動き補償予測符号化する方法をとっている。このような場合、隣接する3フィールドが既に符号化されていないため、動き検出が出来ないことになる。

4

【0009】一方、上述したような動き補償予測符号化方式を用いた動画像符号化装置において、従来では順方向あるいは逆方向の動き補償のための動きベクトル探索に際し、動きベクトルを探索する参照画像としては、符号化対象画像がノンインタレース画像の場合は符号化済みの1画像だけに限定されるため、隣接する画像間で $1/2$ 画素単位の移動が存在する動画像に対しては正確な動き補償ができないという問題があった。画像がインタレース画像の場合は、前述のように符号化済みの連続する2画面の画像を使用するが、従来では2画面とも同一面積を探索しているため、探索のための演算量が非常に多くなっていた。

【0010】また、上述したような動画像符号化方式のうちでも特にVTRや光ディスクのような蓄積メディアのための符号化方式として、 $1\sim 2\text{Mbps}$ 程度の伝送レートをターゲットとした動画像符号化方式がMPEG1なる規格名で標準化されつつある。これは、動き補償フレーム間予測+DCTを基本とした方式である。

【0011】現在、類似の目的でTV放送程度以上の品質の動画像を $2\sim 10\text{Mbps}$ 程度で符号化する方式の検討が進んでいる。MPEG1の符号化方式をこれに適應しようとする場合、MPEG1は入力画像としてノンインタレース画像を前提としているのに対して、TV信号はインタレース画像の信号であるため、インタレース画像に適した新たな工夫が必要となる。インタレース画像の符号化においては、フィールド間/フレーム間適應予測が知られている。これは注目フィールドと走査位相の一致するフィールド(注目フィールドが奇数フィールドの場合は奇数フィールド、また注目フィールドが偶数フィールドの場合は偶数フィールド)と、一致しないが時間的に近いフィールド(例えば注目フィールドが奇数フィールドの場合はそれに隣接する偶数フィールド、また注目フィールドが偶数フィールドの場合はそれに隣接する奇数フィールド)とを予測信号として切り替える方式である。また、最近の研究では複数のフィールドに対して動き補償した信号を平均して予測する内挿予測も検討されている(例えばF.Wang et al., "High-quality coding of the even fields based on the odd fields of interlaced videosequences", IEEE trans. CS)。

【0012】しかしながら、インタレース画像においてもMPEG1の符号化におけるような過去のフィールドと未来のフィールドを使った予測符号化を行なう上で、インタレース画像に適した偶/奇両フィールドを使った予測方法を取り入れることが望まれる。この場合、各フィールドに対して動きベクトルを送ると、動きベクトルの情報量が増大するので、効率を極力落とさずに動きベクトルの情報量も減らすことが必要となる。すなわち、インタレース画像に対する予測精度を向上して予測誤差の符号化出力の情報量を減らすと共に、動きベクトル情報の増加を最小限に止めることが要求されるが、従来で

はこのような要求に応えられる有効な技術は未だ提案されていない。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】 上述したように、従来の技術では参照画像上の画素が存在しない点の画素を参照画像に隣接する2フィールドの画像を用いて補間する場合、参照画像について動き検出が必要であるため、動き検出回路が必要となりハードウェアが複雑になると共に、隣接する3フィールドが既に符号化されていない場合には動き検出ができないという問題があった。

【0014】 また、従来の技術では符号化対象画像がノンインタレース画像の場合、動きベクトル探索に際して参照画像は符号化済みの1画像だけに限定されるため、隣接する画像間で1/2画素単位の移動が存在する動画像に対しては正確な動き補償ができず、符号化効率が低下するという問題があり、さらに符号化対象画像がインタレース画像の場合は、動きベクトル探索のための演算量が非常に多くなるため、動きベクトル探索時間が長くなったり、ハードウェアの回路規模が増大するという問題があった。

【0015】 さらに、従来の技術ではインターレース画像に対する予測精度を効果的に向上させることができず、また各フィールドに対して送られる動きベクトルの情報量が増大するという問題があった。

【0016】 本発明の第1の目的は、参照画像に対する動き検出を行わず、少ない演算量で精度の良いインターレース画像に対する動き補償予測を行って符号化を行うことができる動画像符号化装置を提供することにある。

【0017】 本発明の第2の目的は、隣接する画像間で微小な動きが存在する場合でも正確な動き補償を可能として符号化効率の向上を図り、しかも動きベクトル探索のための演算量を小さくできる動画像符号化装置を提供することにある。

【0018】 本発明の第3の目的は、インタレース画像に対する予測精度を向上して予測誤差の符号化出力の情報量を減らす共に、動きベクトル情報の増加を最小限に止めることにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】 本発明は第1の目的を達成するため、符号化済み画像および該符号化済み画像を用いて生成される画像の中から参照画像を指定するための複数の動きベクトル候補を選択的に発生する動きベクトル候補発生手段と、複数画面の符号化済み画像の画素値を用いて、動きベクトル候補に応じた生成方法によりそれらの画像間または画面内画素間の画素間の補間値を発生する補間値発生手段と、動きベクトル候補で指定される参照画像と符号化対象画像との相関が最大となる最適動きベクトルを動きベクトル候補から探索して出力する動きベクトル探索手段と、符号化対象画像を最適動きベクトルを用いて符号化する手段とを具備することを特

徴としている。

【0020】 補間値発生手段は、動きベクトル候補に応じて連続的に補間値を変化させる構成でもよいし、複数の補間値発生回路を持ち、動きベクトル候補に応じて少なくとも一つの補間値発生回路からの補間値を選択的に出力する構成でもよい。

【0021】 本発明は第2の目的を達成するため、符号化対象画像に時間的に近い第1の符号化済み画像を動き補償の参照画像として、該参照画像の所定の範囲について符号化対象画像またはその部分画像との相関が最大となる参照画像またはその部分画像を指定する動きベクトルを探索する第1の動きベクトル探索手段と、符号化対象画像に第1の符号化済み画像よりも時間的に遠い第2の符号化済み画像を動き補償の参照画像として、第1の動きベクトル探索手段よりも狭い範囲または面積にわたり動きベクトルを探索する第2の動きベクトル探索手段と、これら第1および第2の動きベクトル探索手段により探索された動きベクトルの中から、符号化対象画像またはその部分画像との相関が最大となる参照画像またはその部分画像を指定する最適動きベクトルを選択し、この最適動きベクトルとその最適動きベクトルで指定される画像または部分画像と符号化対象画像またはその部分画像との差分である動き補償誤差を符号化する手段とを具備することを特徴としている。

【0022】 ここで、第2の動きベクトル探索手段においては、探索範囲の中心位置が第1の動きベクトル探索手段により探索された動きベクトルに応じて定められるか、または符号化対象画像の符号化領域の近傍に定められる。

【0023】 本発明は、第3の目的を達成するため、フィールド単位で入力される入力画像間の動きベクトルを検出する第1の動きベクトル検出手段と、この第1の動きベクトル検出手段により検出された動きベクトルで指定される領域の参照画像に時空間フィルタ処理を施して入力画像についての複数の予測信号候補を生成する予測信号候補生成手段と、この手段により生成された複数の予測信号候補を比較して予測信号を決定する予測信号決定手段と、前記予測信号候補と前記第1の動きベクトル検出手段により検出された動きベクトルから最適動きベクトルを検出する第2の動きベクトル検出手段と、この手段により検出された最適動きベクトルに関する情報と前記予測信号の予測誤差を符号化する符号化手段とを具備することを特徴としている。

【0024】 より具体的には例えば予測信号候補生成手段においては、予測に用いる過去の1フィールドの複数画素に空間フィルタ処理を施した出力と、この空間フィルタ処理を施した出力の1画素以下の精度の位置に補間した補間画素と予測に用いる過去の他のフィールドの画素との間で時間フィルタを施した出力とを前記複数の予測信号候補として生成し、また符号化手段は空間フィル

7

タ処理が施されるフィールドに対する動きベクトルは1画素以下の精度で符号化し、それ以外のフィールドに対する動きベクトルは該1画素以下の精度で符号化する動きベクトルを当該フィールドにおける動きベクトルとの差分を符号化する構成とする。

【0025】

【作用】一般に、相関を最大とする最適動きベクトルと参照画像での動き量との間には大きな相関があり、参照画像と符号化対象画像との間の相関的な動きが小であれば、参照画像においても動きが小である確率が極めて高く、逆に参照画像と符号化対象画像の間の相対的な動きが大であれば、参照画像においても動きが大である確率が高い。

【0026】そこで、本発明では動きベクトル探索時に各々の動きベクトル候補に対して、それらの動きベクトル候補が参照画像における実際の動き量に対応していると仮定し、その動き量に対応した補間値を補間値発生回路から発生させて該補間値を用いて参照画像を構成し、動きベクトルの探索を行う。このようにすることにより、参照画像に対する動き検出を行わなくとも、最終的に適切な補間値による参照画像のもとで動きベクトルの探索を行ったことになり、インターレース画像に対する精度の良い動き補償が可能となる。

【0027】また、本発明においては符号化済みの2画面の画像を参照画像として動きベクトルを探索する場合、符号化対象画像に時間的に近い符号化済み画像については広い範囲にわたり探索を行い、符号化対象画像から時間的に遠い符号化済み画像についてはより限定された狭い範囲にわたり探索を行うことにより、動きベクトル探索のための演算量を抑えつつ、正確な動き補償が可能となる。

【0028】例えば符号化対象画像と時間的に近い符号化済み画像での探索により、少なくとも1つの符号化効率の良い動きベクトルの候補を求め、その動きベクトルを基準にベクトルの延長等の操作を行えば、符号化対象画像と時間的に離れた符号化済み画像との間の符号化効率の良い動きベクトルの候補となる領域の中心を限定できる。この場合、時間的に近い符号化済み画像で動きベクトルの候補として選択された領域が時間的に離れた符号化済み画像との間の動きベクトルを用いて符号化されていれば、直ちにその時間的に離れた画像と符号化する画像との間の動きベクトルの候補となる領域の存在する範囲を限定できる。

【0029】画像間で動きが非常に大きく、時間的に近い符号化済み画像でも候補となる動きベクトルが存在しない場合や、時間的に近い符号化済み画像で候補として求められた動きベクトルが非常に大きく時間的に離れた符号化済み画像では符号化効率の良い動きベクトルが存在しないことを予想できる場合には、時間的に離れた符号化済み画像での動きベクトルの探索を行わないこと

8

や、更に探索範囲を限定するなどのことができる。このようにすることにより、探索に要する演算量が少なくとも符号化効率の良い動きベクトルが求められる。

【0030】一方、時間的に近い画像間の動きが大きな場合には、通常のカメラ撮影の画像では1画像の中でも動きによるばけが存在するために、画像間で動き補償を行う時に、1/2画素単位の差を生じ難い。即ち、その様な場合は時間的に更に離れた画像で動きベクトルを求めても、探索のための演算量が増加するにも拘らず、符号化効率の向上は少ない。従って、時間的に離れた画像での動きベクトルの探索範囲を符号化対象画像の符号化領域の近傍に制限することにより、探索のための演算量を更に低減して高い符号化効率を得られる。

【0031】さらに、本発明では入力画像間の動きベクトルで指定される領域の参照画像に時空間フィルタ処理を施して予測信号候補を生成し、これらの中から予測信号を決定するため、フィールド単位で入力される入力画像、すなわちインターレース画像に適した予測が可能となり、予測精度が向上する。この場合、空間フィルタ処理が施されるフィールドに対する動きベクトルは1画素以下の精度で符号化するが、それ以外のフィールドに対する動きベクトルは該1画素以下の精度で符号化する動きベクトルを当該フィールドにおける動きベクトルに換算したものと当該フィールドにおける動きベクトルとの差分として符号化して伝送することで、最終的に伝送される動きベクトルの情報が減少する。

【0032】

【実施例】まず、本発明の請求項1に係る実施例について説明する。図1は、本発明の第1の実施例に係る動画像符号化装置のブロック図である。図1の動画像符号化装置は、符号化部14、2つのフィールドメモリ15、16、動きベクトル探索回路17、補間値発生回路19および局部復号部25によって構成される。

【0033】符号化対象画像信号11は、補間値発生回路19から出力される参照画像信号12と、動きベクトル探索回路17から出力される最適動きベクトル13を用いて符号化部14で符号化される。参照画像信号12は、フィールドメモリ15、16に蓄積されている過去2フィールドの符号化済み画像信号のうち動きベクトル探索回路17から出力される動きベクトル候補18によって指定される位置の画像信号から、補間値発生回路19によって作成される。

【0034】動きベクトル探索回路17は、相関演算回路20、動きベクトル候補発生回路21、最適ベクトル判定回路22および切替器23からなり、動きベクトル探索動作中は動きベクトル候補発生回路21が逐次発生する動きベクトル候補24が切替器23によりフィールドメモリ15、16に入力され、これをもとに補間値発生回路19により発生される参照画像信号12と符号化対象画像信号11との相関演算が相関演算回路20によ

って行われる。最適ベクトル判定回路22は、符号化対象画像信号11と参照画像信号12との相関を最大とする動きベクトルを記憶し、動きベクトル探索動作終了時には最適動きベクトル13が切替器23によって出力される。この最適動きベクトル13と補間値発生回路19からの最適な参照画像信号12に基づいて符号化対象画像信号11が符号化部14で符号化され、符号化データ26が出力される。

【0035】局部復号部25は、符号化部14から出力される符号化データ26を基に、局部復号画像信号27を作成する。この局部復号画像信号27は切替器28によりフィールドメモリ15、16のいずれかに入力され、それらの出力は切替器29を経て補間値発生回路19に入力される。ここで、切替器28、29は符号化対象画像に対して予め定めた参照画像を作成するための2画像の信号が補間値発生回路19に入力されるように切替えられる。

【0036】補間値発生回路19は、フィールド内補間回路30、乗算器31、乗算器32および加算器33からなり、フィールドメモリ15からの出力信号よりフィールド内補間回路30によって作成される信号と、フィールドメモリ16からの出力信号とを混合比 $k:1-k$ で混合することにより参照画像信号12を得る。

【0037】動きベクトル探索回路17から出力される動きベクトル候補18は補間値発生回路19にも入力され、フィールドメモリ15、16からの出力信号に対する混合比を決定するパラメータ k を制御する。すなわち、動きベクトル候補18の垂直方向成分がフィールド内 $n+1/2$ ライン(n は整数)の場合は $k=1$ に制御され、フィールドメモリ15に記憶された対応する画素値(ここでは、フィールドメモリ15の内容が符号化対象画像に近い画像であると仮定して説明する)がそのまま参照画像信号12として出力される。

【0038】動きベクトル候補18の垂直方向成分がフィールド内 n ラインの場合には、フィールドメモリ15、16からの出力信号を用いて図2における補間値 Δ が補間される。このとき、動きベクトル候補18の垂直方向成分の絶対値がある閾値より大の場合は、参照画像における動きも大とみなし、補間値 Δ をそれと同一フィールドのフィールドメモリ15内の補間値 Δ に隣接する信号を主に用いて補間することが適切であるから、パラメータ k を大とする。逆に、動きベクトル候補18の垂直方向成分の絶対値が閾値より小の場合は、参照画像における動きも小とみなし、補間値 Δ をフィールドメモリ内の補間値 Δ に隣接する信号を主に用いて補間することが適切であるから、パラメータ k を小とする。

【0039】なお、図2に示すように符号化対象画像44と参照画像41が隣接している場合には、パラメータ k を0に近づけてフィールドメモリ16からの信号を参照画像41の補間値として使用することが有効なのは、

動きベクトル候補18の垂直成分の絶対値が0の場合にほとんど限られる。一方、図3に示したような符号化順序を採用する場合、図4に示すように符号化対象画像53と参照画像51とが比較的離れる場合も生じる。このような場合は、パラメータ k を0に近づけてフィールドメモリ16からの信号を参照画像51の補間値として使用することが、動きベクトルの垂直成分の絶対値が0でない場合にも有効となってくる。

【0040】図5に、本発明の第2の実施例を示す。補間値発生回路19の構成以外は図1と同一であるため、その詳細な説明は省略する。補間値発生回路19は2つの補間値発生回路34、35と、これらの出力を選択する切替器36によって構成される。補間値発生回路34、35は、いずれも図1に示した補間値発生回路19と同様に、フィールド内補間回路30と乗算器31、32および加算器33により構成される。図6に本実施例における各画像信号の関係を示す。

【0041】第1の補間値発生回路34は、参照画像61における動き量が大の場合に有効な補間値を発生する。すなわち、図6(a)に示すように、動きベクトル候補18の垂直方向成分がフィールド内 $n+1/2$ ライン(n は整数)の場合は、フィールドメモリ15に記憶された対応する画素値 \bigcirc (ここでは、フィールドメモリ15の内容が符号化対象画像63に近い画像であると仮定して説明する)がそのまま参照画像信号として出力される($k=1$ に制御される)。

【0042】また、第1の補間値発生回路34は動きベクトル候補18の垂直方向成分がフィールド内 n ライン(n は整数)の場合には、補間すべき画素 Δ に隣接するフィールドメモリ15内の画像信号61の二つの画素値 \bigcirc の平均によって補間値 Δ を作成する。

【0043】第2の補間値発生回路35は、参照画像61における動き量の小の場合に有効な補間値を発生する。すなわち、図6(b)に示すように、動きベクトル候補18の垂直方向成分がフィールド内 $n+1/2$ ライン(n は整数)の場合、フィールドメモリ15に記憶された対応する画素値 \bigcirc (ここでは、フィールドメモリ15の内容が符号化対象画像63に近い画像であると仮定して説明する)がそのまま参照画像信号として出力される($k=1$ に制御される)。例えば $n=0$ の場合、符号化対象画像信号64に対する参照画像信号は画素値65となる。

【0044】また、第2の補間値発生回路35は動きベクトル候補18の垂直方向成分がフィールド内 n ラインの場合には、補間すべき画素 \bigcirc を隣接するフィールドメモリ16内の信号 \bigcirc とする。例えば、 $n=0$ の場合、符号化対象画像信号64に対する参照画像信号の補間値68は、画素値66となる。

【0045】動きベクトル候補18の垂直方向成分がフィールド内 $n/2+1/4$ ラインの場合には、補間すべ

き画素△に隣接するフィールドメモリ15からの画素値○と、フィールドメモリ16からの画素値○との平均によって、補間値△が作成される。例えば $n=0$ の場合、符号化対象画像信号64に対する参照画像信号の補間値67は、画素値65と画素値66の平均値となる。

【0046】このように、補間値発生回路35はフィールド内1/4ライン単位の精度で参照画像信号を発生させることができ、動きが少なく解像度の高い画像に対して有効な動き補償を可能とする。

【0047】ここで、切替器36は動きベクトル探索回路17から出力される動きベクトル候補18の垂直方向成分の絶対値がある閾値より大の場合、補間値発生回路34の出力を選択し、閾値より小の場合は補間値発生回路35の出力を選択することにより、それぞれに適切な参照画像信号を発生する。また、別の方式として、動きベクトル探索回路17から出力される動きベクトル候補18の垂直方向成分の絶対値が大の時は補間値発生回路34の出力を選択し、小の場合は補間値発生回路34、35の両方の出力を参照画像信号とし、両者について相関演算を行って、いずれか一方を選択する方法も有効である。

【0048】次に、本発明の請求項2に係る実施例について説明する。図7は、本発明の第3の実施例に係る動画像符号化装置のブロック図である。

【0049】図7において、入力端子001に入力される画像データは、入力バッファメモリ100に一時的に蓄えられた後、符号化対象画像の順序に従って、複数画素で構成される部分領域毎に、部分画像データ入力バッファメモリ100より読み出される。入力バッファメモリ100より読み出される部分画像データは、動きベクトル検出回路200に10 入力される。動きベクトル検出回路200は、過去に符号化した再生画像の中から入力データを効率良く符号化できる部分画像を求め、その部分画像の領域のデータおよびその領域の位置を示す動きベクトル(アドレスデータ)を出力する。

【0050】入力バッファメモリ100より出力される部分画像データは、動きベクトル検出回路200より出力される部分画像データおよび動きベクトルと共に局部符号化回路300にも10 入力される。この局部符号化回路300では、入力バッファメモリ100より出力される部分画像データそのもの、または動きベクトルで指定される部分画像データとの差分データのうち何れか一方が符号化される。ここで、動きベクトルで指定される領域との差分の符号化データには、その動きベクトルを可変長符号化したデータも含まれる。

【0051】局部符号化回路300で符号化されたデータは、動きベクトル検出回路200より出力される部分画像データと共に局部復号回路400に入力され復号されることにより、再生画像が得られる。また、符号化データが動きベクトルを用いて符号化されている場合には、復号結果が動きベクトル検出回路200より出力さ10

れる部分画像データに加算されて再生画像が得られる。この再生画像データは、動きベクトル検出回路200に10 入力され、次に入力される画像データの符号化のために一時記憶される。

【0052】次に、動きベクトル検出回路200、局部符号化回路300および局部復号回路400の具体的な動作例を説明する。

【0053】まず、動きベクトル検出回路200においては、入力バッファメモリ100より入力されるデータは、動きベクトルの探索に不要となった画像データが記憶されていた画像メモリ(211~214の何れか)に、書込制御回路222によって順次書き込まれる。この様にして画像メモリ(211~214)に保存された符号化済み画像データは、読出制御回路221およびデータ切り換え回路231により、符号化画像に時間的に近い画像から領域毎に順次読み出され、差分回路241で入力データとの差分が領域毎に算出される。評価回路242は、この領域毎の差分の合計値の大きさを順次比較し、読出制御回路221が画像メモリ内を探索する方向を制御し、先に検出した部分画像よりも入力された部分画像との差分が更に小さな符号化済み画像の部分領域を検出する毎に、ベクトルレジスタ243にその部分画像の領域を示すアドレスを記憶させ、入力された部分画像に最も近い符号化済み画像の部分領域を求める。このようにしてクトルレジスタ243に記憶された、入力された部分画像との差分が最も小さな符号化済み画像の部分領域を示すアドレスデータは読出制御回路233および切替回路232に10 入力され、その符号化済み画像の部分領域に対する符号化データの再生画像が再生画像メモリ(215~218)より読み出され、そのアドレスデータと共に局部符号化回路300に入力される。

【0054】一方、局部符号化回路300においては、この実施例では動き補償誤差の符号化方法として直交変換の一つであるDCT(離散コサイン変換)と量子化および可変長符号化を用いている。局部符号化回路300において、まず入力バッファメモリ100から出力される部分画像データは差分回路311に入力され、その部分画像データに対して動きベクトル検出回路200から出力される、符号化データを再生した部分画像データとの差分が算出される。切替回路312は、差分回路311より入力される差分画像データと入力バッファメモリ100より入力される部分画像データとを端子002に10 入力される制御信号によって順次切り替えて出力する。

【0055】DCT回路320は、切替回路312より順次出力される部分画像データおよび差分画像データを順次周波数変換して出力する。量子化回路330は、DCT回路320から出力される周波数変換されたデータを予め設定された量子化幅で量子化して出力する。エントロピ符号器340は、量子化回路330で量子化されたデータと、その量子化幅情報および部分画像データと10

差分データとの識別符号を併せて符号化し、更に差分画像データの符号化にはベクトルレジスタ243より出力される該部分画像に対する動きベクトルも併せて、それぞれの出現確率に応じたハフマン符号等を用いて可変長符号化して出力する。この識別符号と動きベクトルを併せて1つのハフマン符号を形成すれば、効率の良い符号化が可能である。また、この符号化において、予め決められた規則により指定される領域の符号化データを再生して得られた画像データ、或いは固定データとの差分が設定値以下の入力画像データについては、その様な部分画像の連続数を可変長符号化すれば、更に符号化効率が向上する。

【0056】符号量評価回路351は、符号化対象の部分画像が動きベクトルで指定された領域との差分を符号化した場合と、入力データをそのままDCTして符号化した場合とで符号量の比較を行い、符号化効率の良い方の符号化データを出力バッファ360および局部復号回路400に出力する。

【0057】出力バッファ360は、出力データ速度の調整の為に、この符号化データを一時的に記憶すると共に、量子化回路330で用いられる量子化幅とエントロピ符号化器340で用いられる符号化テーブルを制御する。

【0058】局部復号回路400においては、動きベクトル検出回路200より出力される部分画像データがデータメモリ441に一時記憶されるとともに、符号量評価回路351より出力される符号化データが可変長復号器410に入力され、識別符号を含む動きベクトルおよび符号化前の量子化データが復号される。この復号された量子化データは逆量子化回路420に入力され、量子化前のダイナミックレンジを持つ代表値に変換（逆量子化）された後、加算回路450に入力される。逆量子化回路420で逆量子化されたデータは逆DCT回路430に入力され、部分画像データ又は差分画像データが再生される。ゲート回路442は、可変長復号器410が復号した識別符号により、逆DCT回路430より出力される再生データが差分画像データである場合にはデータメモリ441より出力される部分画像データを通過させ、差分画像でない場合には出力データを零にして、それぞれ加算回路450に出力する。

【0059】こうして逆DCTされた画像データが差分画像を符号化したものである場合には、動きベクトル検出回路200より出力される部分画像データに加算され、差分画像でない場合には、動きベクトル検出回路200より出力された部分画像データを使用せずに、加算回路450より再生画像が得られる。この再生画像データは、動きベクトル検出回路200に入力され、次に入力される画像データの符号化の為に一時記憶される。

【0060】図8は本発明の第4の実施例であり、図1の符号化回路400に含まれる可変長復号回路410の

代わりに量子化データを記憶するデータメモリ460を用いた点が異なっている。この場合には、入力バッファメモリ100より出力される部分画像データとそれに対する動きベクトルで指定される再生画像との差分画像データをDCTおよび量子化したデータがデータメモリ460に一時記憶される。そして、符号量評価回路352で選択され、出力バッファ360に出力される符号化データに対応する画像データが逆量子化回路420に出力される。この画像データが差分画像データである場合には、図1の例と同様にデータメモリ441から出力される部分画像データと加算回路450において加算されることによって再生画像が得られる。

【0061】この実施例は、復号の為の演算が不要であるために、図1よりも処理時間が短くなるという利点がある。

【0062】図9は本発明の第5の実施例であり、符号化回路400の一部を動きベクトル検出回路に用いるようにした例である。この実施例においても、動きベクトル検出回路200は既に符号化し再生した画像の中から読出制御回路224に従って部分画像データを切替回路232を介して読み出すと共に、その領域の位置を示す動きベクトル（アドレスデータ）を出力する。

【0063】図9において、入力端子001に入力される画像データは、図7および図8と同様に入力バッファメモリ100に一時的に蓄えられた後、符号化対象画像の順序に従って複数画素で構成される領域毎に入力バッファメモリ100より読み出され、局部符号化回路300に入力される。この入力バッファメモリ100より出力される部分画像データは、先ず入力端子002に入力される制御信号によりゲート回路313を介して入力される動きベクトル検出回路200からの出力データとの差分はとられず、図7および図8と同様にDCT、量子化、可変長符号化が施される。量子化データはデータメモリ460に記憶され、符号化データおよび符号量は符号量評価器353に記憶される。次に、入力端子002に入力される制御信号が変更され、動きベクトル検出回路200により出力される部分画像データとの差分を算出されて、図7および図8と同様にDCT、量子化、可変長符号化が行われる。

【0064】符号量評価器353は、エントロピ符号器340からの符号化データを評価して、その評価結果に従って読出制御回路224を制御することにより、符号量を更に少なくできる領域を検出する毎にその符号化データを記憶させると共に、動きベクトル検出回路200から出力された部分画像データをデータメモリ441に記憶させ、その差分画像をDCTして量子化したデータをデータメモリ460に記憶させる。この様にして最終的に最も符号量の少なくなる符号化データが出力バッファ360に出力される。この符号化データに対する量子化データが局部復号回路400において図7および図8

と同様に再生される。再生データは動きベクトル検出回路200に入力され、次に入力される画像データの符号化の為に一時記憶される。

【0065】図7および図8の実施例においては、最適動きベクトルとして、より正確な動きベクトルが求まるのに対し、図9の実施例では符号化効率を最大にする動きベクトルが求められる。

【0066】図10は、図7～図9で示した実施例において符号化されたデータを再生する回路例を示すものである。可変長復号器510は入力端子004から入力される符号化データを復号し、量子化幅情報、動きベクトル（動きベクトルで指定される部分画像との差分画像データかそうでないかの識別符号を含む）、および量子化データを再生する。量子化データは逆量子化回路520、逆DCT回路530を通して再生される。この再生データが動きベクトルで指定される部分画像との差分画像データであれば、読出制御回路521がその部分画像データを再生画像メモリ611～614より読み出して動きベクトル検出回路600から出力し、局部復号回路500に入力する。この部分画像データは、ゲート回路540を介して加算回路550で差分画像データと加算されて、再生画像データとなる。この再生画像データは、次に入力される符号化データの再生の為に動きベクトル検出回路600に入力され、一時記憶される。また、この再生画像データは出力バッファ560にも入力され、本来の画像の順序に戻されて出力される。

【0067】次に、図7および図8の評価回路242および読出制御回路221、図9の符号量評価器352および読出制御回路224において行われる動きベクトルの探索動作について説明する。

【0068】図11～図16は、本発明による動きベクトル探索例を示すものである。これらの図11～図16において、s1, s2, ..., s6は1フレームまたは1フィールドの画像を意味し、101, 102, ..., 120は水平方向または垂直方向の1画素または複数画素を意味する。

【0069】図11に示す動きベクトル探索例においては、符号化対象の部分画像（例えばs4-104）に対して、まず時間的に近い符号化済み画像s3全体（101～120）を探索し、その探索により求められた最適動きベクトル、すなわち符号化効率が高いか、またはより正確な動きベクトル（例えばs3-107）を基にして符号化対象画像に符号化済み画像s3よりも時間的に離れた符号化済み画像s2での探索範囲（面積）を例えば（105～115）に限定する。

【0070】この時間的に離れた符号化済み画像s2での探索においては、先に求められた最適動きベクトル（例えばs03-107）を含めて、最適動きベクトル（例えばs02-109或いはs03-107）を求める。

【0071】そして、得られた最適動きベクトル（例えばs2-107）により指定される領域の画像と、符号化対象の部分画像（例えばs4-104）との差分、すなわち動き補償誤差を求め、その最適動きベクトルと動き補償誤差を符号化する。

【0072】図12～図14に示す動きベクトル探索例は、符号化対象画像s4に時間的に近い画像（例えばs3）が時間的に離れた画像（例えばs1）との間の動きベクトルを用いて符号化されている場合に好適な例である。この場合、符号化対象の部分画像s4-104に対して時間的に近い画像s3との間の動きベクトルを予測することが可能であるため、その時間的に近い画像s3での探索範囲を例えば（103～112）に制限している。また、これによって時間的に近い画像との間の符号化効率の良い動きベクトル（例えばs3-107）が求められ、その動きベクトルで指定される時間的に近い画像の部分領域（例えばs3-107）に対して使用された時間的に離れた画像（例えばs1）との間の動きベクトル（例えばs1-110）を用いて、符号化対象画像s4の部分画像s4-104の時間的に離れた画像（例えばs2）との間の動きベクトルの候補となる領域を更に狭い範囲、例えば（107～110）に限定できる。

【0073】図15に示す動きベクトル探索例は、画像間で動きが非常に大きく、時間的に近い画像s3でも候補となる動きベクトルが存在しない場合や、時間的に近い画像s3で候補として求められた動きベクトル（例えばs3-116）が非常に大きく、時間的に離れた画像s2では符号化効率の良い動きベクトルが存在しないことを予想できる場合の例である。

【0074】このような場合、時間的に離れた画像s2については動きベクトルの探索を行わないか、または探索範囲を例えば（116～120）のように更に限定することができる。これにより、動きベクトルの探索に要する演算量が少なくとも、符号化効率の良い動きベクトルを求めることが可能となる。

【0075】図16に示す動きベクトル探索例は、符号化対象の部分画像s4-104に時間的に近い画像s3で求められた動きベクトル（例えばs3-107）がある程度大きな場合や、適当な動きベクトルが求められなかった場合の例である。これらの場合は、時間的に離れた画像s2での動きベクトルの探索は行わず、時間的に近い画像s3との間の動きベクトルが小さい場合にのみ、時間的に離れた画像s2での探索範囲を符号化対象画像s4の符号化領域と同じ位置の近傍（例えば103～105）に制限して動きベクトルの探索を行うようにする。

【0076】時間的に近い画像間の動きが大きな場合には、通常のカメラ撮影の画像では1画像の中でも動きによる“ばけ”が存在するため、画像間で動き補償を行うときに1/2画素単位の差を生じ難い。即ち、そのよう

な場合は時間的に更に離れた画像で動きベクトルを求めても、探索のための演算量が増加するにも拘らず、符号化効率の向上は少ない。図16の例によれば、このような場合は動きの大きな画像では時間的に離れた画像の動きベクトルを符号化しないために、符号化する種類が少なくなり、更に符号化効率が高くなる。

【0077】なお、本発明における符号化の方法はフレーム内、フィールド内符号化、或いはフレーム間、フィールド間差分符号化のいずれでもよく、更に他の符号化方式と組み合わせることも可能である。また、本発明による動きベクトルの探索方法は、予め任意の画像数間隔で符号化した符号化済み画像を参照画像として、それらの間の画像に対して動きベクトルを求める場合にも同様に符号化対象画像の前後から探索を行うことができる。

【0078】次に、請求項3に係る実施例について説明する。図17は、本発明の第6の実施例に係る動画画像符号化装置のブロック図である。本実施例は、MPEG1のシミュレーションモデルであるSM3のような符号化方式に本発明を適用した例であり、符号化のアルゴリズムは基本的に動き補償+DCT（離散コサイン変換）方式を採用している。但し、入力画像フォーマットは例えばCCIRRec. 601/525に定義される画像フォーマットのようなインタレースフォーマットである。この画像フォーマットを図18に示す。図18において、Yは輝度信号、Cr、Cbは色信号であり、それぞ*

*れの信号の1フィールド当たりの画素数は図中に示した通りである。

【0079】符号化単位はSM3と同様に、階層的に構成される。すなわち、図19に示されるように、下位からブロック、マクロブロック、スライス、ピクチャ、そして図19には示されていないがグループオブピクチャおよびシーケンスの順に階層化される。ブロックは8×8画素よりなり、DCTはこのブロック単位で行われる。マクロブロックはYブロック2個と、CrブロックおよびCbブロック各1個の計4ブロックよりなり、動き補償および各符号化モードの選択は、このマクロブロック単位で行われる。

【0080】グループオブピクチャ（GOP）は、次のように構成される。ピクチャはSM3と同様に予測モードとして許されるマクロブロック毎のモードの種類によって大きくI、P、Bの各ピクチャに分けられる。モードとしては、フィールド内予測（Intra）、前方予測（Inter：動き補償を含む）、後方予測および両方向内挿予測の4モードがある（詳細は後述）。これらのうち、どの予測モードを使用できるかによって表1に示すようにピクチャの種類がI、P、Bの3通りに分類される。

【0081】

【表1】

ピクチャの種類	選択できるマクロブロックモード
Iピクチャ	・フィールド内予測モード
Pピクチャ	・フィールド内予測モード ・前方予測モード
Bピクチャ	・フィールド内予測モード ・前方予測モード ・後方予測モード ・両方向内挿予測モード

本実施例では、SM3と異なり、符号化ピクチャフォーマットとしてインタレースフォーマットを採用しており、同じ種類のピクチャでもGOP内での位置により予測方法等が異なるため、ピクチャはさらに細かく分類される。図20に、GOPの構成と各ピクチャがどのピクチャから予測されるかを示す。同図に示されるように、GOPはランダムアクセスおよび特殊再生用にエントリポイントとして周期的に設けられたIピクチャに先行す

るB。ピクチャから始まり、次のIピクチャの前にあるP。で終わるピクチャの組によって定義される。Iピクチャは偶数フィールドのみに現われる。

【0082】また、各ピクチャがどのピクチャからどのように予測されるかを表2および図21に示した。

【0083】

【表2】

ピクチャの種類	予 測 方 法
I	・予測なし
P ₀	・Iよりフィールド間前方予測
P ₁	・過去のI, P ₀ (またはP ₁ , P ₂) より前方予測 (フィールド間適応予測)
P ₂	・過去のI, P ₀ (またはP ₁ , P ₂) 及びP ₁ より 前方予測 のうちから選択
B ₀ ~ B ₃	・過去のP ₁ , P ₂ (またはI, P ₀) より前方予測 ・未来のP ₁ , P ₂ (またはI, P ₀) より後方予測 ・過去及び未来のP ₁ , P ₂ (またはI, P ₀) より 両方向内挿予測 のうちから選択 (いずれもフィールド間適応予測)

予測方法には偶数フィールドのみから予測するフィールド間予測と、偶/奇各1フィールドずつから適応的に予測を行なうフィールド間/フレーム間適応予測の二通りがある。図21で矢印は、フィールド間予測に行なうことを示し、また2本の線が1本の矢印に統合されている記号は、フィールド間/フレーム間適応予測を行なうことを示している。また、1GOP内での各ピクチャの符号化順序は図20(b)に示される通りである。

【0084】以上の点を踏まえて、図17に示す動画像符号化装置を説明する。図17において、入力端子700にはインターレースされた動画像信号が入力される。この入力動画像信号は、フィールドメモリ701に連続した8フィールド分蓄えられる。フレームメモリ701内の動画像信号は第1の動きベクトル検出回路710に供給され、原動画像によるテレスコピックサーチ(後述)により、動きベクトル検出が1画素精度で行われる。これが動き補償の第1段階の処理である。

【0085】次に、動き補償の第2段階での前処理として、局部復号ループ内のフィールドメモリ708に蓄えられた局部復号信号を用いて、動きベクトル検出回路710で原画像を用いて求められた動きベクトルをその回りの±1の範囲を全探索することにより、リファインす

る。

【0086】次に、動き補償の第2の段階として、フィールドメモリ708とフィールド間/フレーム間適応予測回路709および第2の動きベクトル検出回路711において局部復号信号を用いた1/2画素精度の動きベクトル検出が行われ、予測回路709により予測信号が生成される。この予測信号は減算器702に入力されてフィールドメモリ701からの動画像信号との差がとられ、この差が予測誤差信号として出力される。

【0087】この予測誤差信号はDCT回路703により離散コサイン変換され、DCT係数データが得られる。このDCT係数データは量子化回路704で量子化され適応スキャンされた後、2次元可変長符号化回路710を経てマルチプレкса714に入力される。量子化後のDCT係数データは、逆量子化回路705および逆DCT回路706を経て局部復号され、I, Pピクチャのみがフィールドメモリ708に書きこまれる。フィールドメモリ708は、適応予測に必要な4フィールド分用意される。

【0088】マルチプレкса714では、DCT係数データと、後述する第2の動きベクトル検出回路711からの動きベクトルおよび符号化制御部717からのマク

ロブロックタイプや、ステップサイズ等の付加情報が多重化される。マルチプレクサ714で多重化された情報は、バッファ715を経て一定の伝送レートとされ、例えばVTR等の蓄積系（記録媒体）へ出力される。

【0089】符号化制御部717においては、バッファ715でのバッファ量と、アクティビティ計算回路716で計算されたマクロブロック内アクティビティ（Iピクチャ）または直前の同モードの量子化前の信号のマクロブロック内アクティビティ（P、Bピクチャ）を使って、量子化回路704での量子化ステップサイズを制御している。

【0090】次に、図17の動画像符号化装置に対応する動画像復号装置の構成を図22により説明する。入力端子800には、蓄積系から読み出された信号が入力され、バッファ801に一旦蓄えられる。バッファ801から読み出された信号は、デマルチプレクサ/可変長復号回路801に入力され、図17のマルチプレクサ714で多重化されたDCT係数データ、動きベクトルおよびステップサイズ等の付加情報が分離されると共に復号される。

【0091】すなわち、DCT係数データは2次元可変長復号されスキャン変換された後、図17の動画像符号化装置における局部復号ループと同様、逆量子化回路803および逆DCT回路804を経て局部復号され、加算器805および4フィールド分のフィールドメモリ806を経て適応予測回路807に入力される。一方、動きベクトルは後述のように差分の形で送られてくるので、可変長復号の後、もとの形に戻されて適応予測回路807に供給される。適応予測回路807では予測信号が生成され、この予測信号と逆DCT回路804からの局部復号信号が加算器805で加算されることにより、元の動画像信号がフィールドメモリ806を介して取り出される。フィールドメモリ806の出力は図示しない画像表示部に供給される。

【0092】但し、画像の表示については復号順序と表示順序が異なることと、Bピクチャは予測に用いないためフィールドメモリに蓄えておく必要がないことから、I、Pピクチャの出力はフィールドメモリ806から出力し、Bピクチャは復号しながらそのまま出力するという切替えを行っている。

【0093】次に、本実施例における動き補償と動きベクトル検出動作について詳細に説明する。動き補償は、前述のようにマクロブロック単位で行われる。動きベクトル検出は、第1の動きベクトル検出回路710での1画素精度の通常のブロックマッチングによる動きベクトル検出と、この1画素精度の動きベクトルで指定される参照画像の周囲1/2画素精度の画素位置に適応的な時空間内挿を行った各点について、動きベクトルを探索することによる第2の動きベクトル検出回路711での動きベクトル検出である。時空間内挿の具体的な方法につ

いては、後述する。

【0094】第1の動きベクトル検出回路710での動きベクトル検出は、入力動画像の各フィールド画像どうしを用いて1画素精度で各フィールド毎に全探索により最適な動きベクトルを見つける処理である。離れたフィールド間のサーチには、テレスコーピックサーチ（SM3参照）を用いている。但し、フィールド画像ではフィールド間のサーチ経路として、複数の経路が考えられる。本実施例では、以下の規則に従ってサーチ経路を決定している。

1) 同位相フィールド間のサーチ
同位相のフィールドのみを用いて行う。

2) 逆位相フィールド間のサーチ
できるだけ同位相のフィールドを用いて行う。

【0095】唯一回、逆位相フィールド間のサーチを経路に含める必要があるが、本実施例では図24にテレスコーピックサーチの順序を示すように、始めに異なる位相のフィールドをサーチするようにしている。例えばI→P₂の動きベクトルを求める時は、I→P₁→B₁→B₂→P₂の順でサーチし、I→B₀→B₂→P₁→P₂のような経路は通らない。なお、図24で斜線を施して示す範囲がサーチ範囲である。このテレスコーピックサーチは、順方向と逆方向について別々に行われる。また、各隣接フィールド間のサーチ範囲は、水平±15画素、垂直±7画素である。

【0096】第2の動きベクトル検出回路711での動きベクトル検出は、局部復号ループ内のフィールドメモリ708に蓄積されている画像を参照画像として行われる。まず、この動きベクトル検出の前処理として、第1の動きベクトル検出回路710で得られた動きベクトルで指定される参照画像の周囲±1画素の範囲を全探索することにより、動きベクトルがリファインされる。第2の動きベクトル検出回路711での動きベクトル検出のメインプロセスは、リファインにより得られた動きベクトルで指定される参照画像の周囲1/2画素精度の位置に後述する方法で生成された複数の予測信号候補について、予測誤差電力を全て評価し比較することにより、最適な予測信号候補を選択することによって行われる。

【0097】なお、色信号については動きベクトル検出は行われず、動き補償は輝度信号で得られた動きベクトルを基にして行われる。

【0098】次に、図17のフィールド間/フレーム間適応予測回路709の処理について説明する。図23は、フィールド間/フレーム間適応予測回路709の一部の構成を示すブロック図である。

【0099】前述したように、動き補償の第2段階は第1の動きベクトル検出回路710で得られた動きベクトルで指定される参照画像の周囲1/2画素精度の範囲の探索である。図25(b)に、その様子を示した。このフィールド間/フレーム間適応予測は、P₁、P₂、B

の各ピクチャにおいて、符号化対象画像（符号化フィールド）に対して例えばその前の偶奇各1フィールドのペア#1、#2を参照画像（参照フィールド）として用いて行われる。

【0100】図25(a)に示す動き補償の第1段階で、動きベクトル検出回路710により、それぞれの参照フィールド#1、#2での最適点（●で示す）が各々動きベクトルV1、V2で得られたとする。図25(b)に示す動き補償の第2段階では、この動きベクトルV1、V2で指定される2つの最適点の周囲の1/2画素精度の領域の参照画像にフィールド間/フレーム間適応予測回路709において時空間フィルタを施して複数の予測信号候補を求め、この予測信号候補と動きベクトル検出回路710で検出された動きベクトルとから、動きベクトル検出回路711で最適動きベクトルの探索を行う。この場合、予測信号候補の生成法としては、フィールド補間モードとフレーム補間モードの2つのモードがある。

【0101】まず、フィールド補間モードでは、予測信号候補は時空間フィルタのうち空間フィルタのみによって生成される。すなわち、図25(b)の画素A~Cの画素値は、

$$\begin{aligned} A &= (O+D) / 2 \\ B &= (O+D+E+F) / 4 \\ C &= (O+F) / 2 \end{aligned}$$

により作成される。このフィールド補間モードでは、偶奇各フィールドに9点ずつ、計18点の予測信号候補の探索点が存在する。

【0102】一方、フレーム補間モードでは、予測信号候補は各フィールドにおいて1画素精度の動き補償を行った信号に、時空間フィルタの処理を施すことにより作成される。例えば図25(b)の画素A~Cの画素値は、

$$\begin{aligned} A &= G / 2 + (O+D) / 4 \\ B &= G / 2 + (O+D+E+F) / 8 \\ C &= G / 2 + (O+F) / 4 \end{aligned}$$

により作成される。この場合に、1/2画素精度の画素位置のデータを提供側のフィールドを基準フィールドと呼ぶことにする。このフレーム補間モードにおいても、予測信号候補は偶奇各フィールドに9点ずつあるが、画素Oの位置の予測信号は一致するので、計17点の予測信号候補の探索点が存在することになる。

【0103】動き補償の第2段階では、この両者の和35点の予測信号候補の探索を行って最も予測誤差が小さい予測信号候補を予測信号として決定する。但し、両フィールドに対し指している動きベクトルの方向が大きくずれている場合には、フレーム補間モードは選択されない（詳細は後述）。

【0104】フィールド補間モードおよびフレーム補間モードのいずれが選択されたかを示す情報と、どのフ

ールドをフィールド補間モードに使用する参照フィールドまたはフレーム補間モードにおける基準フィールドとして選んだかを示す情報は、1ビットのフラグにより伝送される。なお、P₀及びP₂の直前のフィールドによる予測については、フィールド補間モードを単一フィールドに適応したモードのみによって予測される。この場合、モード選択のフラグは伝送されない。

【0105】以上はPピクチャについての説明であったが、Bピクチャの場合もほぼ同様である。但し、Bピクチャの場合、フィールド補間モードの探索フィールド及びフレーム補間モードの基準フィールドとしては、符号化フィールドと同位相のフィールドのみを選択するようにしている。勿論、この場合にいずれのフィールドを選択したかのフラグは伝送されない。

【0106】次に、図23により上述の原理が実際にハードウェア上でどのように実現されるかについて説明する。キャッシュメモリ901a、901bおよび902a、902bには、図17の局部復号ループの4フィールド分のフィールドメモリ708からの画像信号のうち、第2の動きベクトル検出の前処理で得られた動きベクトルで指示された部分が記憶される。切替回路900は、第2の動きベクトル検出回路711からの制御信号に従ってキャッシュメモリ901a、901bの出力を時間フィルタ903と空間フィルタ905に振り分け、またキャッシュメモリ902a、902bの出力を時間フィルタ904と空間フィルタ906に振り分ける。

【0107】セクタ907は第2の動きベクトル検出回路711からのフィールド補間モードおよびフレーム補間モードのいずれを選択するかを示す制御信号に従って、空間フィルタ905のみを通過した信号と、空間フィルタ905および時間フィルタ903の両方を通過した信号のいずれかを選択する。セクタ908も同様である。例えば、切替回路900から時間フィルタ903に図25(b)の画素Gの信号が入力され、空間フィルタ905から図25(b)の画素Bの信号が出力されたとすると、時間フィルタ903の出力には画素Gと画素Bの信号を平均した信号、つまり時空間フィルタ処理を施した信号が得られる。従って、フィールド補間モードでは空間フィルタ905の出力を選択し、フレーム補間モードでは時間フィルタ903の出力を選択すればよい。

【0108】セクタ907、908の出力はセクタ911に直接入力される一方、加算器909で加算され除算器910で1/2にされた後セクタ911に入力される。セクタ911は、これら3つの入力、すなわちセクタ907からの参照フィールド#1、#2を使って予測した信号と、セクタ908からの参照フィールド#3、#4を使って予測した信号および除算器910からの参照フィールド#1~#4を使って予測した信号を選択して、予測信号候補として第2の動きベクトル

検出回路711へ出力する。動きベクトル検出回路711では、これらの予測信号候補35個の中から、前述のようにして最も予測誤差が小さい予測信号候補を予測信号として決定し、その旨を示す情報をへ返送する。これによりフィールド間/フレーム間適応予測回路709は、動きベクトル検出回路711により指示された予測信号を減算器および加算器707へ出力する。

【0109】次に、第2の動きベクトル検出回路711からの動きベクトルをどのような形態で符号化して送るのかについて説明する。まず、フィールド補間モードでの動きベクトルまたはフレーム補間モードでの基準フィールド側の動きベクトルを基準ベクトルとして可変長符号化回路713で符号化してマルチプレクサ714へ送る。この動きベクトル(基準ベクトル)は1/2画素精度である。フレーム補間モードが選ばれた場合には、さらに基準フィールドでない方のフィールドの動きベクトルと基準フィールドでの動きベクトル(基準ベクトル)を当該フィールドに換算したものととの差分を同様に符号化して送る。すなわち、基準フィールドでの動きベクトルの延長線と、基準フィールドでない方のフィールドの交わる点に一番近い点と、該動きベクトルとの差分を1画素精度で送るものとする。この2つの動きベクトルの方向が近い場合以外は、フレーム補間モードは有効でないと考えて、この差分の値が±1の範囲を越える場合にはフレーム補間モードは選択しないものとする。

【0110】図26は、この動きベクトルの送り方の具体例を示したもので、参照フィールド#1の1/2画素精度の動きベクトル(図中上側の矢印で示す)と参照フィールド#2の交わる点△に一番近い点●と、参照フィールド#2の1画素精度の動きベクトル(図中下側の矢印で示す)との差分(図中縦方向に延びた矢印)を1画素精度で送る。図26の例では、差分は-1である。このようにすることによって、り予測の性能を落とすことなく、動きベクトルの情報量を節約することができる。

【0111】次に、色信号の動き補償について説明する。

【0112】図19に示したように、一つのマクロブロック内で輝度信号Yと色信号Cr, Cbは垂直方向には同じ画素数であるが、水平方向では色信号の画素数が半分になっている。従って、輝度信号で得られた動きベクトルを色信号に適用する際には、動きベクトルの水平方向の成分を1/2にする。1/2の除算は、整数以下を0の方向に丸めるようにして行われる。これはフィールド補間モードでもフレーム補間モードでも同じである。

【0113】図27(a)(b)に、フィールド補間モードおよびフレーム補間モードにおいて輝度信号の動きベクトルから色信号の動きベクトルを求める場合の具体例を示す。図27において点線で示された丸印は、色信号が存在しない画素位置である。第1段階で得られた画素位置を中央の丸印、第2段階で得られた点を×とす

る。また、この例ではいずれの場合も原点の水平方向座標は、中央の丸の点の水平方向座標よりも大きいものとする。図27(a)のフィールド補間モードの場合、×の位置に輝度信号の動きベクトルが得られると、色信号の1/4画素精度分はA方向に丸められて補間画素△が作られる。この補間画素△は、

$$\Delta = 1/4 (A + B + C + D)$$

により作成される。図27(b)のフレーム補間モードでの参照フィールド#1についても、同様に

$$\Delta = 1/4 (E + F + G + H)$$

により参照フィールド#1内の補間画素△が作られる。

【0114】一、方参照フィールド#2での補間画素は色信号の1/2画素精度分がA方向に丸められて、Iの位置の画素が使用される。結局、図27の例の場合、補間画素△の値は

$$I \times 1/2 + (E + F + G + H) \times 1/8$$

により得られることとなる。

【0115】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば参照画像に対する動き検出を行うことなく、インターレース画像に対する精度の良い動き補償予測符号化を行うことが可能となる。従って、動き検出回路が不要となることで、回路規模が低減されるばかりでなく、例えばVTRの特殊再生に対応するために動き検出ができないような符号化シーケンスを用いる場合にも、動き補償予測符号化を適用することが可能となる。

【0116】また、本発明によれば動きベクトル探索に要する演算量を低減しつつ、正確な動き補償を行い、高い符号化効率を得ることができる。

【0117】さらに、本発明によれば多くの参照フィールドを効果的に使ってインターレース画像に適した効率的で精度の高い予測を行うことが可能であり、かつこれに伴う動きベクトル情報の増加を最小限に抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1の実施例を示すブロック図

【図2】 従来技術における各画面の画像信号の関係を示す図

【図3】 隣接する3フィールドが既に符号化されていない例を示す図

【図4】 第1の実施例における各画面の画像信号の関係を示す図

【図5】 第2の実施例を示すブロック図

【図6】 第2の実施例における各画面の画像信号の関係を示す図

【図7】 第3の実施例を示すブロック図

【図8】 第4の実施例を示すブロック図

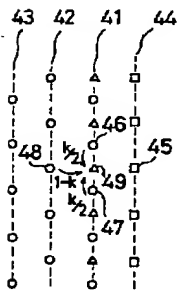
【図9】 第5の実施例を示すブロック図

【図10】 動画像復号装置のブロック図

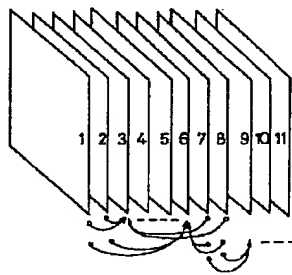
【図11】 本発明による動きベクトル探索例を示す図

- 【図12】 本発明による動きベクトル探索例を示す図
 【図13】 本発明による動きベクトル探索例を示す図
 【図14】 本発明による動きベクトル探索例を示す図
 【図15】 本発明による動きベクトル探索例を示す図
 【図16】 本発明による動きベクトル探索例を示す図
 【図17】 本発明の第6の実施例に係る動画像符号化装置のブロック図
 【図18】 同実施例における入力画像フォーマットを示す図
 【図19】 同実施例における符号化単位の階層構造を示す図
 【図20】 同実施例におけるグループオブピクチャの構成と符号化順序を示す図
 【図21】 同実施例における各ピクチャの予測法を説明するための図
 【図22】 図17の動画像符号化装置に対応する動画像復号装置のブロック図
 【図23】 図17におけるフィールド間/フレーム間適応予測回路のブロック図
 【図24】 同実施例におけるテレスコーピックサーチの順序を示す図
 【図25】 同実施例におけるフィールド間/フレーム間適応予測処理を説明するための図
 【図26】 同実施例における動きベクトルの送り方の一例を示す図
 【図27】 同実施例における動きベクトルから色信号の動きベクトルを求める具体例を示す図
 【符号の説明】

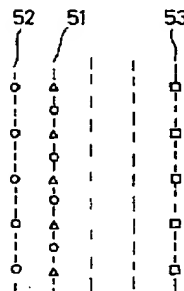
【図2】



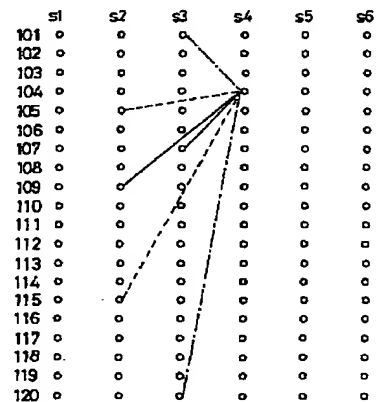
【図3】



【図4】



【図11】

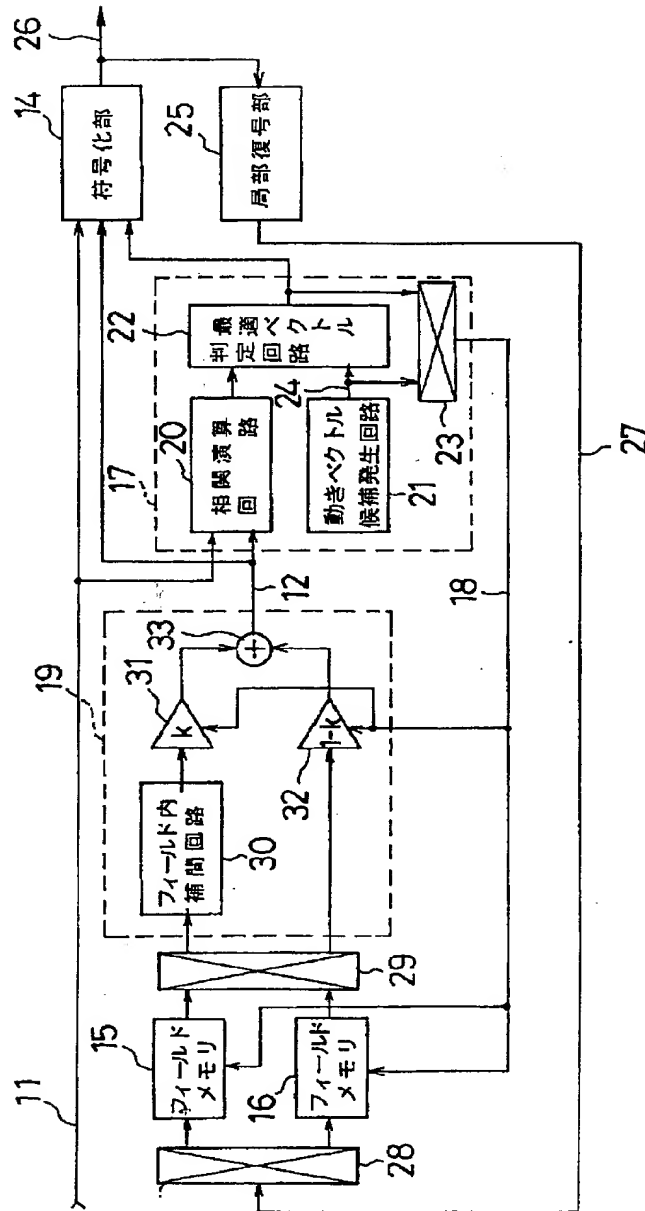


【図18】

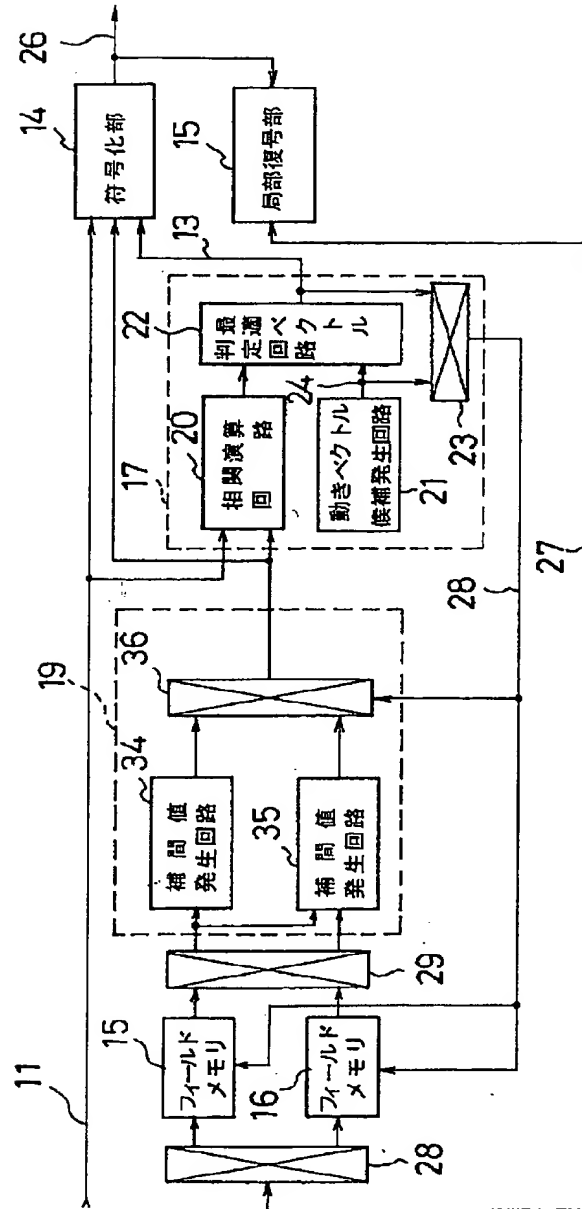


- 14...符号化部
 17...動きベクトル探索回路
 19...補間値発生回路
 20...相関演算回路
 21...動きベクトル候補発生回路
 22...最適ベクトル判定回路
 200, 600...動きベクトル検出回路
 221, 223, 224, 621...画像データ読出制御回路
 242, 351, 352, 353...評価回路
 300...局部符号化回路
 400...局部復号回路
 101...フィールドメモリ
 103...DCT回路
 104...量子化回路
 105...逆量子化回路
 106...逆DCT回路
 108...フィールドメモリ
 109...適応予測回路
 110...動きベクトル検出回路
 111...動きベクトル検出回路
 112...可変長符号化回路
 113...可変長符号化回路
 114...マルチプレクサ
 115...バッファ
 116...アクティビティ計算回路
 117...符号制御部

【図1】

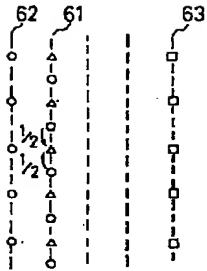


【図5】

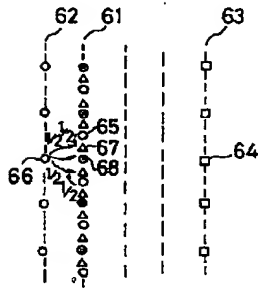


【図6】

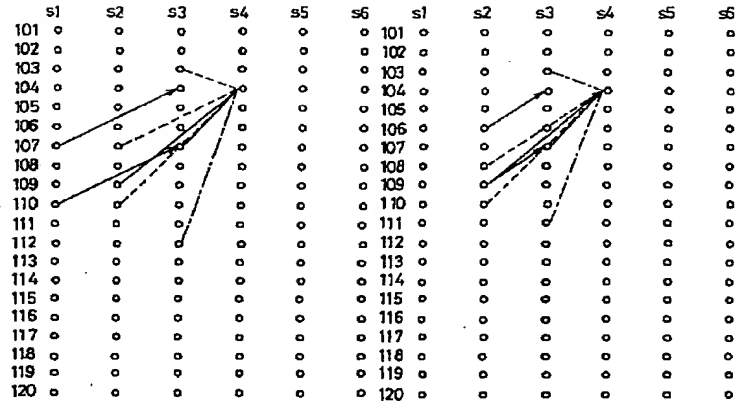
(a)



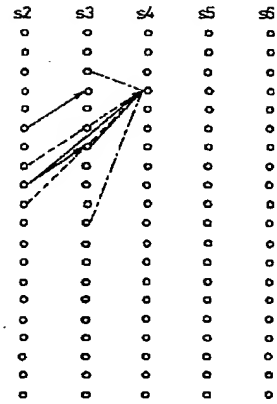
(b)



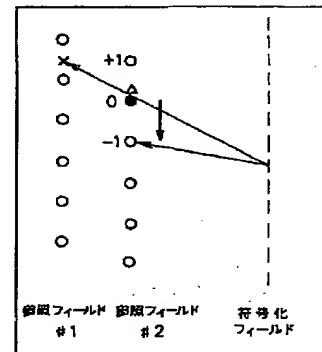
【図12】



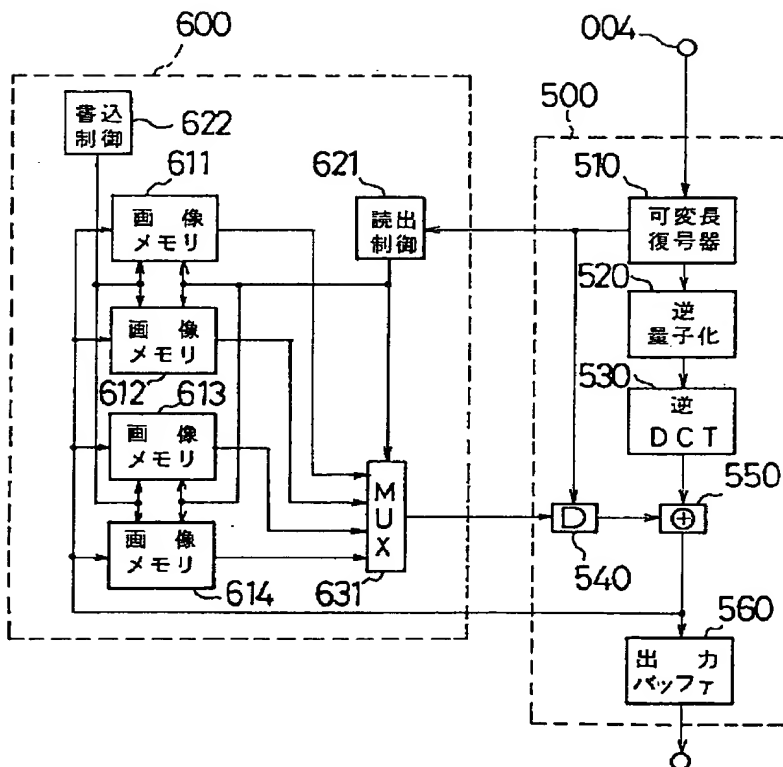
【図13】



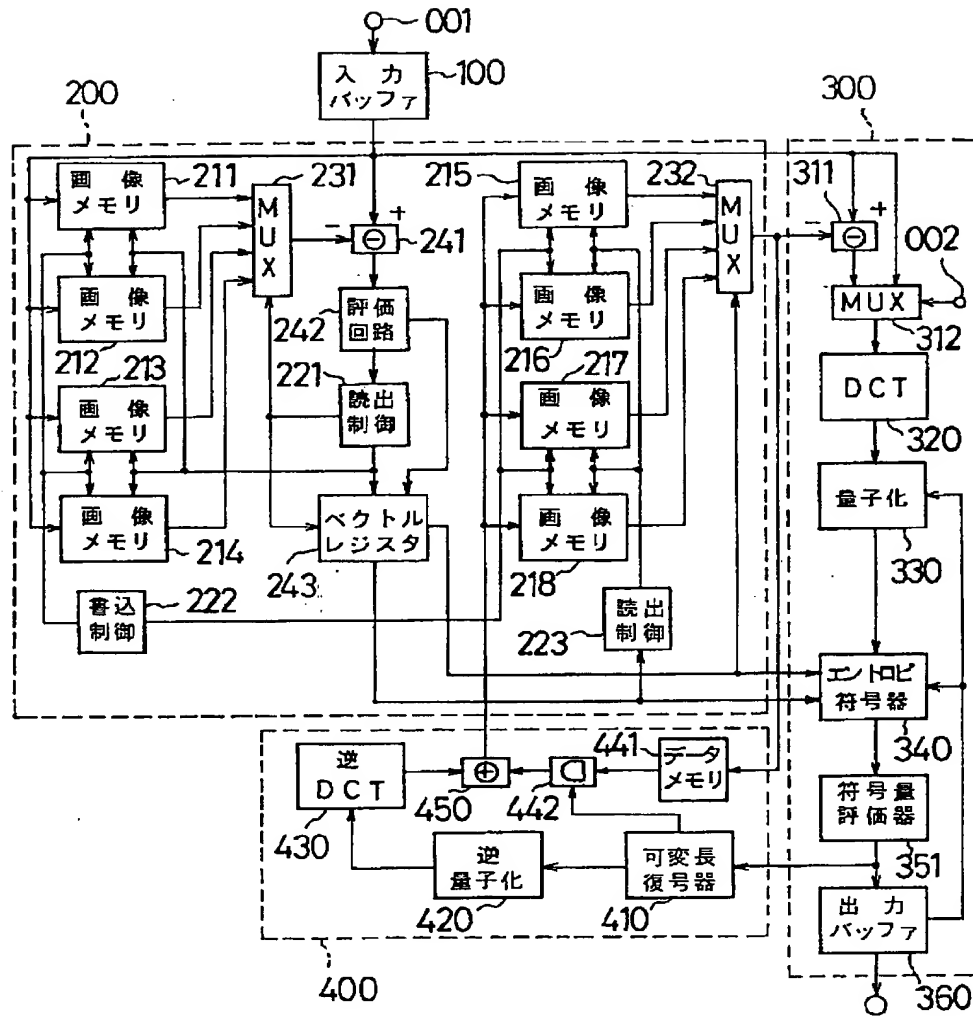
【図26】



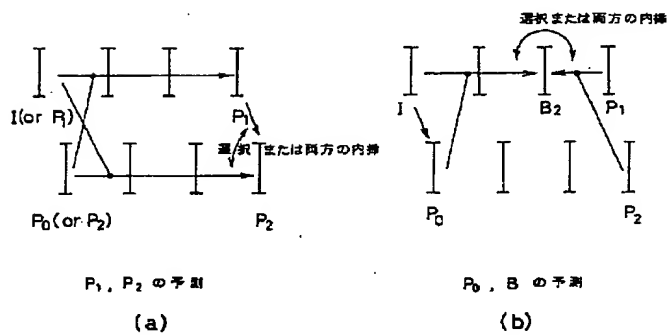
【図10】



【図7】



【図21】



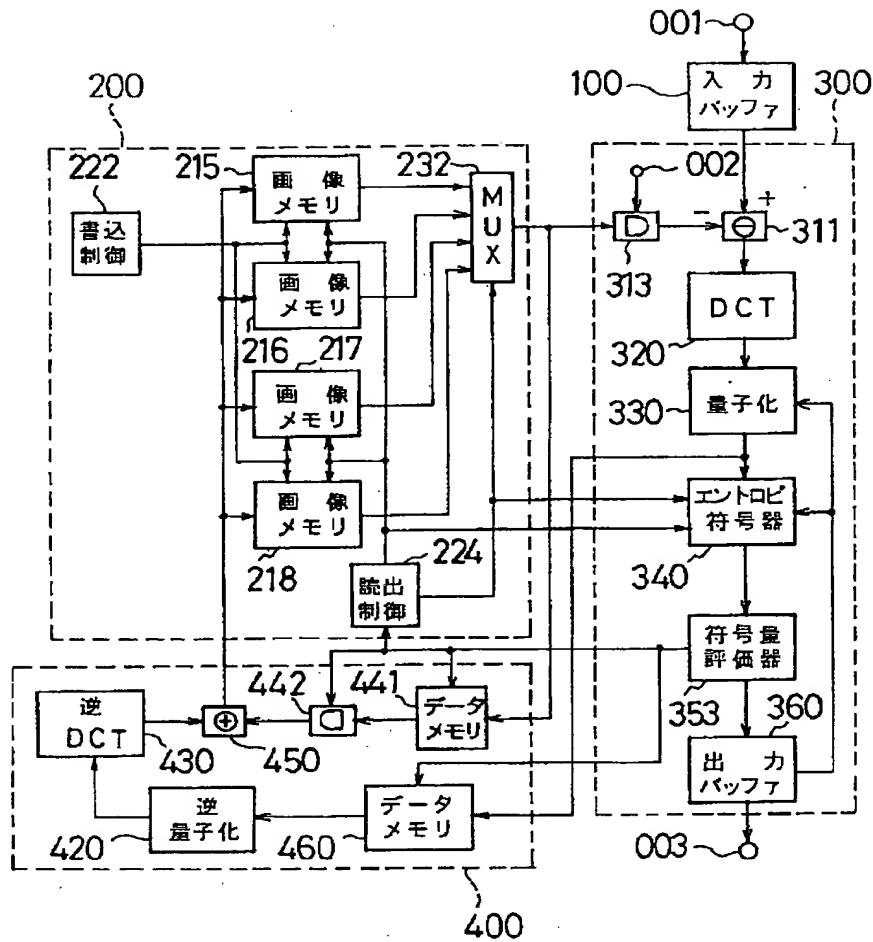
The diagram illustrates a video signal processing system with the following components and connections:

- Input Section (100):** Receives input signal 001 and feeds into the left image processing section (200).
- Left Image Processing Section (200):**
 - Contains four image memories (211, 212, 213, 214) and a MUX (231).
 - Image memories 211 and 212 are connected to MUX 231.
 - Image memories 213 and 214 are connected to the evaluation circuit (241) and the output control (221).
 - The evaluation circuit (241) is connected to the vector register (243).
 - The vector register (243) is connected to the output control (221).
 - The output control (221) is connected to the data MUX (441) in section 400.
- Right Image Processing Section (300):**
 - Contains four image memories (232, 233, 234, 235) and a MUX (311).
 - Image memories 232 and 233 are connected to MUX 311.
 - Image memories 234 and 235 are connected to the evaluation circuit (312) and the output control (223).
 - The evaluation circuit (312) is connected to the vector register (243) in section 200.
 - The output control (223) is connected to the data MUX (441) in section 400.
- Post-Processing Section (400):**
 - Contains an inverse DCT (430), a quantization inverse (420), a data memory (460), and a data MUX (441).
 - The data MUX (441) receives input from the output control (221) in section 200 and the output control (223) in section 300.
 - The data MUX (441) is connected to the data memory (460).
 - The data memory (460) is connected to the quantization inverse (420).
 - The quantization inverse (420) is connected to the inverse DCT (430).
 - The inverse DCT (430) is connected to the data MUX (441).
- Output Section (360):**
 - Contains an entropy encoder (340), a symbol rate evaluator (352), and an output buffer (360).
 - The entropy encoder (340) receives input from the data MUX (441) in section 400.
 - The symbol rate evaluator (352) receives input from the entropy encoder (340).
 - The output buffer (360) receives input from the symbol rate evaluator (352).
 - The output buffer (360) is connected to the input (001) via a delay element (002).

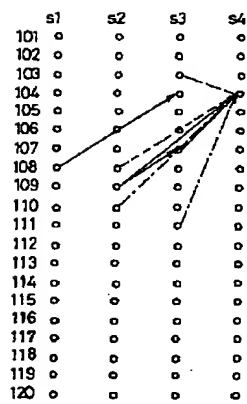
```

graph LR
    800[入力 800] --> 801[バッファ 801]
    801 --> 802[DMUX VLD 802]
    802 -- ステップサイズ --> 803[逆量子化 803]
    802 --> 804[逆DCT 804]
    803 --> 804
    804 --> 805((+ 805))
    805 --> 806[フィールドメモリ 806]
    806 -- x4 --> 807[運動予測 807]
    807 -- 動きベクトル --> 805
    805 --> 出力[出力]
  
```

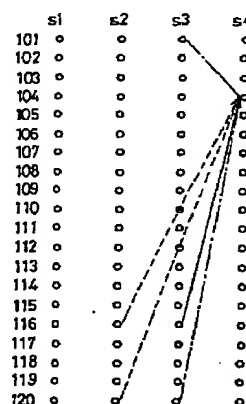
【図9】



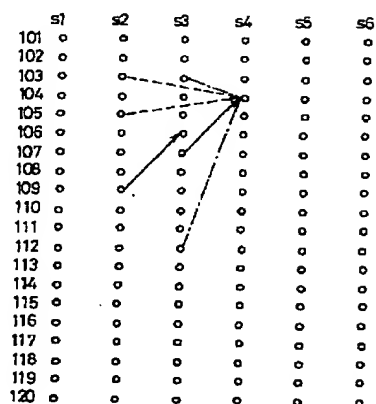
【図14】



【図15】

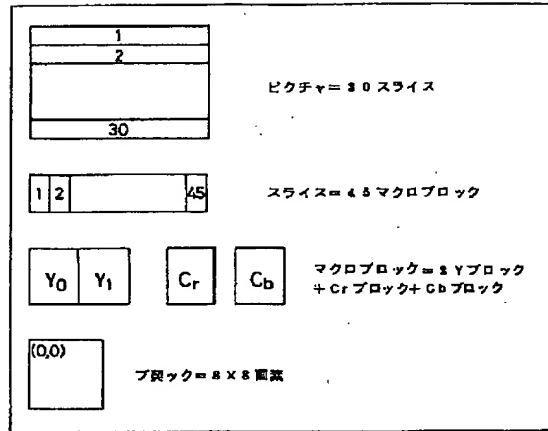


【図16】

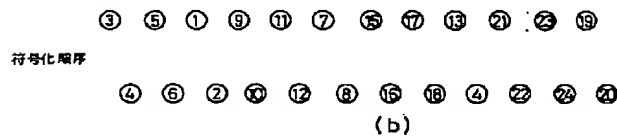
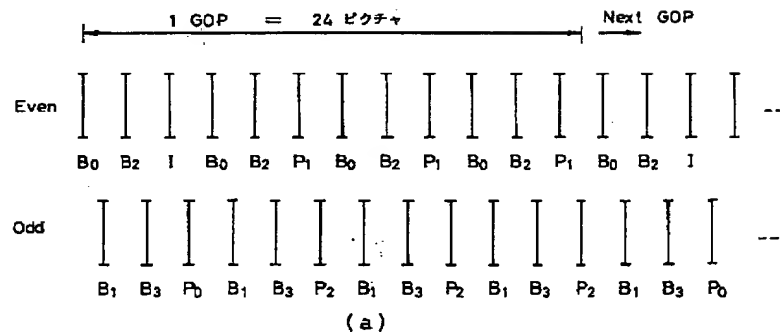


[illegible]

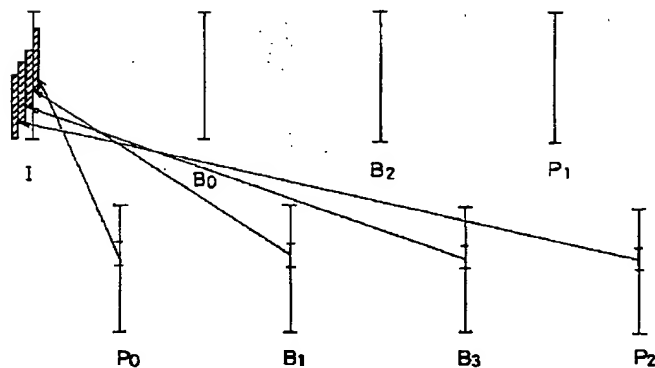
【図19】



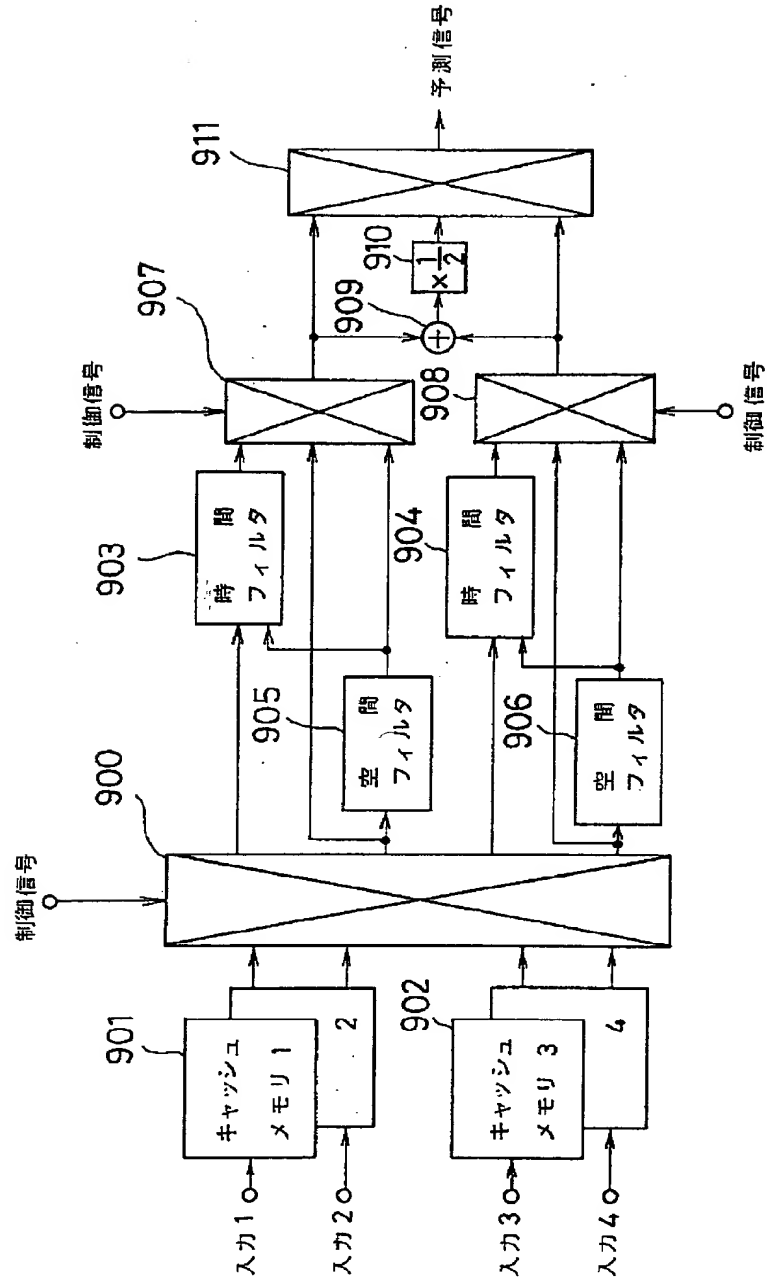
【図20】



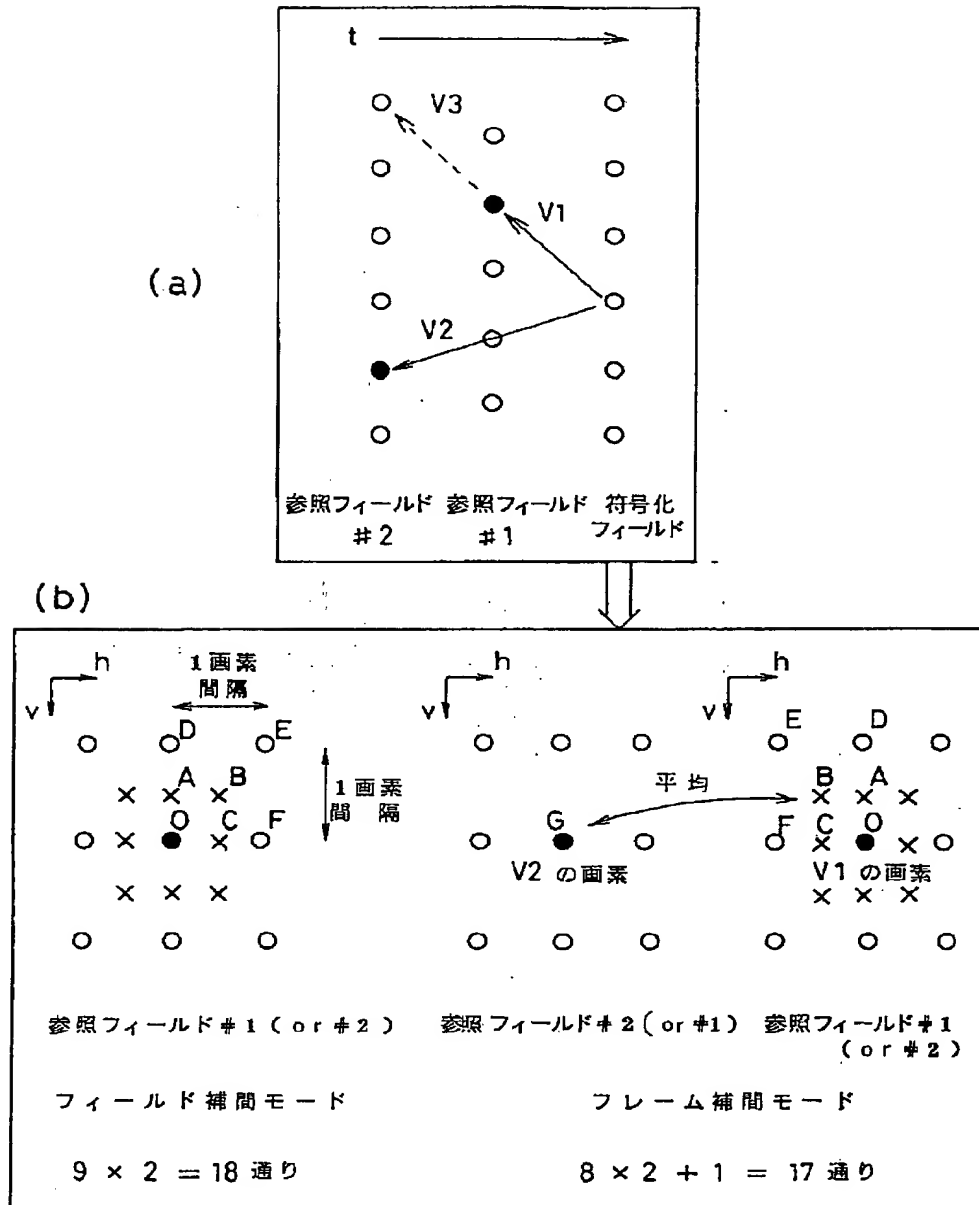
【図24】



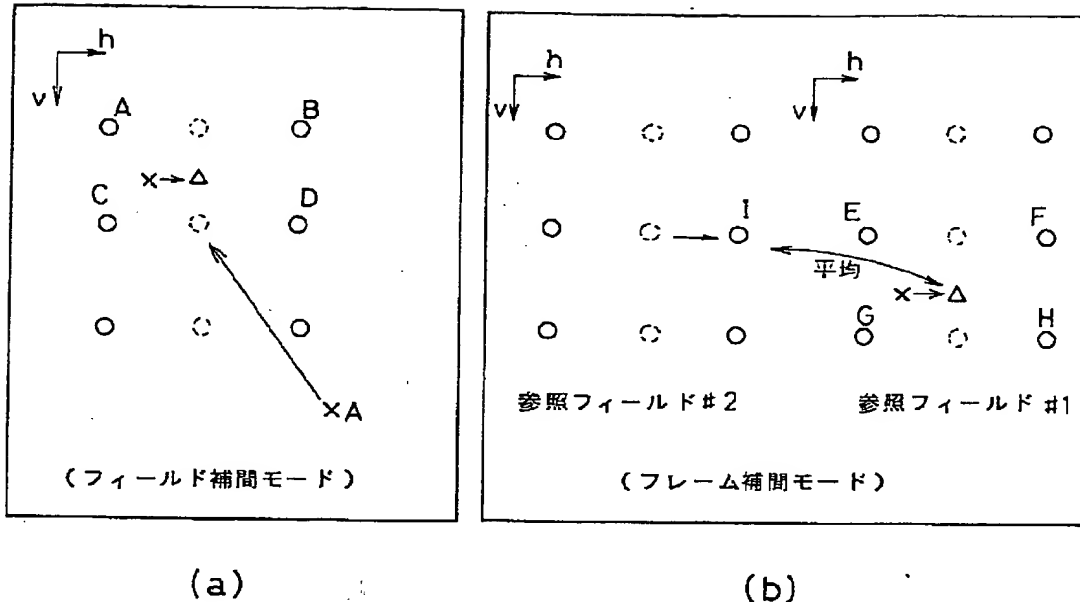
【図23】



【図25】



【図27】



フロントページの続き

(72)発明者 上野 秀幸
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝総合研究所内

(72)発明者 山口 昇
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝総合研究所内

(72)発明者 山影 朋夫
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝総合研究所内